

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-220425

(43)Date of publication of application : 03.09.1990

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 1/08

G03F 1/14

(21)Application number : 01-040552

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.02.1989

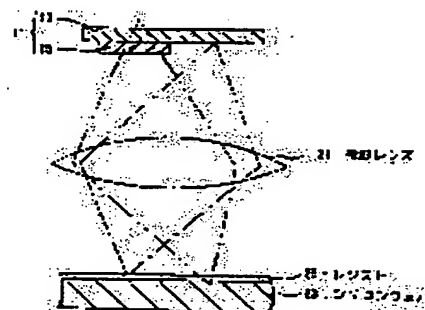
(72)Inventor : JINBO HIDEYUKI
TO YOICHI
KAWAZU YOSHIYUKI
YAMASHITA YOSHIO

(54) RETICLE AND PATTERN FORMATION USING RETICLE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To relieve defocusing of a pattern due to irregularities of the base such as a semiconductor substrate and the like which are treated with patterning by providing a thin film on a part which is projected on the recessed region at a bed of the pattern of a reticle so that its thin film may make an optical path length from the foregoing part to a projecting lens long.

CONSTITUTION: Such a film as a resist film 15 is provided on a part which is projected on the recessed region at a bed of the pattern of a reticle 13. Then this configuration makes differences arise between optical path lengths which are obtained from a pattern part that is projected to the recessed region at the bed of the reticle 13 to a projecting lens 21 as well as from a pattern part that is projected to a protruding region at the bed of the reticle 13 to the projecting lens 21. As the regular focus position of a projection image at each pattern part can be slid, the pattern of the reticle 13 forms images at positions near the regular focus in respective regions of the bed having recessed and protruding regions. Even to the bed having the recessed and protruding regions, the amount of a focus margin which is almost equal to that in the case of a flat bed is thus obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

⑪ 公開特許公報(A) 平2-220425

⑫ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)9月3日

H 01 L 21/027
G 03 F 1/08
1/14B
Z7428-2H
7428-2H
7376-5F
7376-5F

H 01 L 21/30

3 1 1 L
3 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 レチクル及びこれを用いたパターン形成方法

⑮ 特 願 平1-40552

⑯ 出 願 平1(1989)2月21日

⑰ 発 明 者	神 保 秀 之	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑰ 発 明 者	塘 洋 一	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑰ 発 明 者	河 津 佳 幸	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑰ 発 明 者	山 下 吉 雄	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑰ 出 願 人	沖電気工業株式会社	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	
⑰ 代 理 人	弁理士 大 垣 孝		

明 細 書

1. 発明の名称

レチクル及びこれを用いたパターン形成方法

2. 特許請求の範囲

(1) 下地上にパターンを形成するための投影露光装置用のレチクルにおいて、

レチクルのパターンの、下地の凹部領域に投影される部分上に、該部分から投影レンズまでの光路長を長くする薄膜を具えたことを特徴とするレチクル。

(2) 前記薄膜を、屈折率が1以上でかつ露光光に対し透明な薄膜であってその膜厚Cが(1)式を満たす薄膜とした請求項1に記載のレチクル(但し、(1)式において、aは下地の凹部領域及び凸部領域間の段差、nは薄膜の屈折率、Nは投影露光装置の縮小倍率(レチクル上の寸法/基板上の寸法)である。)。

$$0.2[aN/(n-1)] \leq C \leq 2[aN/(n-1)] \cdots (1)$$

(3) 凹部領域及び凸部領域を有する下地上に投影露光装置を用いパターンを形成するに当たり、

凹部領域及び凸部領域を有する下地上にレジストを塗布する工程と、

該レジストに対し請求項1に記載のレチクルを介し露光する工程と、

該露光済みのレジストを現像する工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、超LSI等の製造に用いられるホトリソグラフィ技術に関するものであり、特に、凹部及び凸部領域を有する下地に精度良くレジストパターンを形成することが出来る投影露光装置用のレチクルと、これを用いたパターン形成方法とに関するものである。

(従来の技術)

半導体装置の高集積化に伴い、これの製造に用いられるホトリソグラフィ技術は、ますます高解像力を具えたものである必要が生じている。そこで投影露光装置を用いる場合であれば投影レンズの開口数(NA)はますます大きなものとされる

が、この反面、この露光装置の焦点深度はますます浅くなってしまふことも事実である。一方、パターン形成しようとする下地例えば半導体基板では、半導体装置の構造上の理由から凹凸が生じており、例えばメモリセル用素子が作り込まれた領域と、周辺回路用素子が作り込まれた領域との間では素子構造の違いにより大きな段差が生じる。従って、このような半導体基板上に、例えばメモリセルと周辺回路との間を結ぶ配線パターン形成用のレジストパターンを形成しようとする、レチクルのパターンは半導体基板のメモリセル形成領域に対しては焦点が合うが周辺回路形成領域に対しては焦点が全く合わない（或いはその逆）という問題も起こり得る。

このような問題を解決するため、例えば文献（サブミクロンテクノロジーセミナー(1988)（株）日立製作所論文集の「ULSIにおけるサブミクロンリソグラフィ技術の適用例」）に開示された技術では、半導体装置のメモリセル領域が周辺回路領域に比し高くなることから、半導体基板のメモ

高めてしまうという問題点がある。

この出願はこのような点に鑑みなされたものであり、従ってこの出願の第一発明の目的は、半導体基板等の被パターンニング基板の凹凸に起因するパターンの焦点ずれを緩和出来る投影露光装置用のレチクルを提供することにある。また、この出願の第二発明の目的は、凹凸を有する被パターンニング基板上に精度良くパターン形成出来る簡易な方法を提供することにある。

（課題を解決するための手段）

この目的の達成を図るため、この出願の第一発明によれば、下地上にパターンを形成するための投影露光装置用のレチクルにおいて、

レチクルのパターンの、下地の凹部領域に投影される部分上に、この部分から投影レンズまでの光路長を長くする薄膜を具えたことを特徴とする。

ここで光路長を長くする薄膜とは、例えば、屈折率が1以上の材料でかつ露光光に対し透明な材料（一種でも二種以上でも良い）から成る薄膜が

リセル形成予定領域を選択酸化法を用い予め掘っておくことにより、半導体基板の周辺回路領域と、メモリセル領域との間の段差を緩和していた。この文献には具体的な方法までは記載されていないが、一般的な方法で考えれば、シリコン基板のメモリセル形成予定領域を選択的に酸化しこの部分をフッ酸により除去し凹部領域を形成することになる。

この文献に開示された技術によれば、この文献の表Iにも記載されているように、通常の方法では1.3 μm となるメモリセル領域及び周辺回路領域間の段差が、0.8 μm に抑えられると云う。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、半導体基板の所定領域を予め掘っておくという従来の方法は、LSIの既存の製造工程に基板の所定領域を掘るという新たな工程を加えなければならない。従って、このためのレジスト塗布、露光、現像等のホトリソグラフィ工程と、これに続くエッチング工程とのための多くの作業が追加されることになるので、生産コストを

考えられる。なお、ここで云う露光光に対し透明な薄膜とは、露光光のこの薄膜を設けたレチクル部分を透過する光が、レチクルの他の部分を透過した光に比し極端に減衰してしまうことがないような程度の、言い換えれば下地に塗布されているレジストの露光量を不足させてしまうことが無いような程度の透明度を有する薄膜を意味する。上述したような薄膜は、具体的には、用いる露光光の波長や、レジストの種類や目的とする解像度等を考慮し選ばれるものであるが、例示すれば、フリーチング後のレジスト膜、PMMA膜、 SiO_2 膜、 Si_3N_4 膜等である。

また、この発明のレチクルは、光路長を長くする薄膜をレジストやPMMAを以って構成する場合は、既存のレチクルのパターン形成面（クロム等のような露光光を遮断するものが在る面）上にレジスト或いはPMMAを例えばスピンコーティング法により塗布しこれが所定の領域に残存するように露光現像することによって得られる。ここでレジストとしてポジ型のレジストを用いた場合は、パ

ターニング後のレジストに充分に光を照射しブリーチングさせることが必要である。また、光路長を長くする薄膜を SiO_2 膜や Si_3N_4 膜を以って構成する場合は、この薄膜のバターニングをエッチングにより行なうとレジクル上のクロムを損傷することが考えられるので、リフトオフ法で作製するのが好適である。従って、既存のレジクルのパターン形成面上に予め例えばリフトオフに適したレジストパターンを形成し、このレジストパターンを含むレジクル上に例えばスパッタ法により SiO_2 膜を形成し、その後リフトオフすることでこの発明のレジクルを得るのが良い。

なお、下地の凹部領域及び凸部領域間の段差が a である場合で、これら凹部領域及び凸部領域それぞれにレジクルのパターンを適度に合焦させるための、レジクルの凹部領域用パターンから投影レンズまでの光路長を長くする薄膜の好適な膜厚 C は、この薄膜の屈折率を n 、投影露光装置の縮小倍率(レジクル上の寸法/基板上の寸法)である。)を M とした場合、投影露光装置の光学系の

(作用)

この出願の第一発明のレジクルによれば、レジクルの、下地の凹部領域に投影されるパターン部分から投影レンズまでの光路長と、該レジクルの、下地の凸部領域に投影されるパターン部分から投影レンズまでの光路長とに違いを生じさせることが出来る。このため、各パターン部分の投影像の正焦点の位置をずらすことが出来るので、凹部領域及び凸部領域を有する下地のそれぞれの領域に、レジクルのパターンを正焦点に近い位置で結像させることが可能になる。従って、凹部及び凸部領域を有する下地に対するフォーカスマージンを大きく出来る。

また、この出願の第二発明のパターン形成方法によれば、凹部領域及び凸部領域を有する下地のそれぞれの領域に、下地が平坦なものの場合と実質的に同様にレジクルのパターンを結像させてバターニングが行なえる。

(実施例)

以下、図面を参照してこの発明のレジクル及び

誤差が無いものとすれば、

$$C = [aM/(n-1)]$$

で示される。しかし実際は、光学系のバラツキがあるので実験的に求めることになるが、フォーカスマージンを広げる目的と、露光量を減衰させない範囲内で考えると、膜厚 C は(1)式を満足する値とするのが好適である。

$$0.2[aM/(n-1)] \leq C \leq 2[aM/(n-1)] \cdots (1)$$

また、この出願の第二発明のパターン形成方法によれば、凹部領域及び凸部領域を有する下地上に投影露光装置を用いパターンを形成するに当たり、

凹部領域及び凸部領域を有する下地上にレジストを塗布する工程と、

このレジストに対し、レジクルのパターンの、前述の下地の凹部領域に投影される部分上に、投影レンズまでの光路長を長くする薄膜を具えたレジクルを介し露光する工程と、

この露光済みのレジストを現像する工程とを含むことを特徴とする。

これを用いたパターン形成方法の実施例につきそれぞれ説明する。

レジクルの説明

先ず、レジクルの実施例につき説明する。なお以下に説明するレジクルの実施例は、この発明のレジクルが、凹部領域及び凸部領域を有する下地に対する投影露光装置のフォーカスマージンを大きくすることに有効なことを示した実験結果である。第1図は、実験に用いたレジクルの説明に供する図であり、実験用レジクルを断面図を以て示したものである。第1図において、11は実験用レジクル、13は実験用レジクルを得るための既存のレジクルでありこの場合(株)ニコン製のテストレジクル15Aを用いた。このテストレジクル13の一方の面13a上には、種々の寸法のライン・アンド・スペースパターンが形成されている。15は、既存レジクル13のパターン形成面(クロム面)13aのほぼ左半分の領域上に設けた、光路長を長くする薄膜である。この実施例ではこの薄膜

15を、東京応化工業(株)製のTSMR-V3と称されるレジストの薄膜で構成している。なお、実験用のレチクルであるので薄膜15を既存レチクル13のパターン形成面のほぼ左半分に設けたが、この発明を半導体装置の製造に実際に適用する場合には、例えば半導体装置が周辺回路を基板の段差上に具えたDRAMであるとして考えれば、その場合のレチクルは、周辺回路用のパターン部分上に光路長を長くする薄膜15を具えた構成のものになることは理解されたい。

第1図に示した実験用のレチクルは、以下に説明するような手順で製作した。

まず、既存のレチクル13としてのニコンテストレチクル15Aのパターン形成面13a上に、スピニング法により、TSMR-V3と称されるレジスト(東京応化工業(株)製のレジスト)を2.5 μm の膜厚に形成した。

次に、レジスト付きレチクル13をベーク炉に入れ80℃の温度で30分間のソフトベークを行なった。次いで、レチクル13のパターンの左半分上の

用レチクル11をステッパNSRG40にセットする。レジストを塗布したシリコンウエハ23をステッパのステージにセットし、露光量は200mJ/cm²と一定にし、ステッパのフォーカスオフセットを0.2 μm 刻みでショット毎に変化させながら、該シリコンウエハ23のレジスト25を露光した。その後、専用現像液で現像を行ない、シリコンウエハ上にフォーカスオフセットが異なるレジストパターンを多数形成した。

次に、フォーカスオフセットを異ならせた各レジストパターン毎の0.5 μm ライン・アンド・スペース(L/S)パターンに着目しこれを順次顕微鏡で観察してゆき、実験用レチクルの右半分のパターンにおける0.5 μm のL/Sパターンのピントが持っているフォーカスオフセット値と、実験用レチクルの左半分のパターンにおける0.5 μm のL/Sパターンのピントが持っているフォーカスオフセット値とをそれぞれ調べた。この結果、レチクルの右半分のパターンはフォーカスオフセット0.0の位置が正焦点の位置であり、レチクルの左

レジスト部分をアルミホイルで覆い、その後、UV光により一括照射を行なった。次いで、専用現像液NMD-W(東京応化工業(株)製)を用い現像を行ないレチクル13のパターンの左半分上にレジスト膜15を残存させた。なお、後に行なう露光の際の露光装置によるレチクルローディングの支障とならないよう、実験用レチクル11の縁周辺にはレジストが残らないようにした。

次に、第1図に示した実験用レチクル11と、(株)ニコン製ステッパNSRG40(NA 0.45)とを用い、実験用レチクル11の薄膜15を設けた部分と薄膜15の無い部分の各パターンの投影像の正焦点位置の違いを以下に説明する方法で調べた。第2図は、その説明に供する図であり、実験用レチクル11と、ステッパの投影レンズ21と、レジスト25付きのシリコンウエハ23(後述する)との位置関係を概略的に示した図である。

直径5インチ(1インチは約2.54cm以下同様)のシリコンウエハ上にレジストTSMR-V3を1.2 μm の膜厚に形成する。また、第1図に示した実験

半分のパターンはフォーカスオフセット+0.4 μm の位置が正焦点の位置であることが分った。即ち、両者の間でのフォーカスオフセット値の差は0.4 μm であることが分った。

フォーカスオフセット値にこのような差が生じる理由は次のようなものであると考えられる。

第1図の実験用レチクル11のクロム面13aから出た光のうちレジスト膜15を通った光の投影レンズ21(第2図参照)までの光路長は、レジスト膜15の屈折率を n 、膜厚を d とすると、他の部分の光の光路長に比し $d(n-1)$ だけ長くなる。実施例の場合で考えれば、レジスト膜15の膜厚 d は2.5 μm でありこのレジストの屈折率は1.67であるので、光路長は1.675 μm 長くなる。つまり、レジスト膜15を設けたことによりこの部分のパターンは、レジスト膜が無い場合に比し1.675 μm だけ投影レンズ21から離れたことになる。さらに用いたステッパが1/5の縮小投影露光装置であることから、 $1.675/5 = 0.33 \mu\text{m}$ が求まる。この0.33 μm という値は、上記正焦点位置の差0.4 μm に

非常に近い値であり、投影レンズ21の特性による誤差を考慮した場合、上記正焦点位置の差0.4 μm は、レジスト膜15により光路長が長くなったため生じたと考えることが出来る。

従って、凹部領域と凸部領域を有する下地にレジストパターンを形成する場合、レチクルのパターンの、下地の凹部領域に投影される部分上にレジスト膜15のような薄膜を設けるようにすれば、レチクルのパターンを下地の凹部領域及び凸部領域それぞれにほぼ正焦点の位置で結像させることが出来るようになる云々。

パターン形成方法の説明

次に、凹部領域及び凸部領域を有する下地、即ち段差を有する下地上に、投影露光装置と、この発明のレチクルとを用いレジストパターンを形成する例を説明する。第3図(A)~(C)はその説明に供する図であり、第3図(A)は下地を概略的に示した断面図、第3図(B)はレチクルのパターンの説明に供する概略的平面図、第3図

に投影された際の寸法である。))。

先ず、比較実験として第3図(B)に示したパターンを有するレチクル(光路長を長くする薄膜の無いレチクル)を、(株)ニコン製のNSRG40(NA 0.45)と称されるg線ステッパにセットした。また、第3図(A)に示した下地47の Al_2O_3 膜45上にTSMR-CRB3と称される東京応化工業(株)製のレジストを1.7 μm の膜厚で形成し、次いで、このレジスト付き下地47を上述のg線ステッパのステージにセットした。次いで、露光量を200mJ/cm²と一定にし、ショット毎にステッパのフォーカスオフセットを0.2 μm づつずらしながら露光を行なった。露光済みの試料を専用現像液で現像後、顕微鏡により各ショットの中心部の3mm角の領域でのレジストパターンの分離解像度を調べた。比較実験においては、凸部領域47a上と、凹部領域47b上とで0.6 μm のL/Sレジストパターンが解像出来たフォーカスオフセット範囲は、0.8 μm であることが分った。

次に、この発明に係る実験を以下に説明するよ

(C)は光路長を長くする薄膜を設けた状態のレチクルを示した断面図である。

下地としては、第3図(A)に示すように、シリコン基板41上に、膜厚が0.5 μm のBPSG(Boro-Phospho Silicate Glass)膜の500 μm ライン・アンドスペースパターン43を具え、さらにこの上に膜厚が0.5 μm の Al_2O_3 膜45を具える、下地47とした。この下地47においては、BPSG膜がある部分47aが凸部領域であり、BPSG膜の無い部分47bが凹部領域である。なおこの下地47の形成は、シリコン基板41上にスパッタ法によりBPSG膜を0.5 μm の膜厚に形成し、これをホトリソグラフィ技術及びエッチング技術により500 μm のL/Sパターンに加工し、このパターン上にスパッタ法により Al_2O_3 膜を形成することで、行なった。

また、パターンニング実験に用いたレチクル51のパターンは、第3図(B)に示すような0.3 ~ 1.5 μm ライン・アンド・スペースの解像チャート(パターン)53を500 μm 毎に繰り返して格子状に具えたものとした(これら寸法は、下地47上

うに行なった。

比較実験に用いたレチクル51をステッパから外し、第3図に示すように、このレチクル51のパターンの、500 \times N μm (Nは投影露光装置の縮小倍率である)毎に繰り返される解像チャート53の1ブロック置きの解像チャート上に、光路長を長くするための薄膜として膜厚が2.5 μm のレジスト膜15を公知のホトリソグラフィ技術によりそれぞれ形成した。なお、このレジスト膜15は、東京応化工業(株)製のTSMR-V3と称されるレジストを用い形成し、パターンニング後のレジスト膜15に対しブリーチングさせるためUV光を一括照射した。

次に、レジスト膜15を設けたレチクル51をステッパに、レチクル51のレジスト膜15部分が下地47の凹部領域47bに投影されるようにセットした。下地47は、比較実験と同様な手順で用意したもので未露光の新しいものである。その後、比較実験と同様に、露光量は200mJ/cm²と一定にし、ショット毎にステッパのフォーカスオフセットを

0.2 μm づつずらしながら露光を行なった。露光済みの試料を専用現像液で現像後、顕微鏡により各ショットの中心部の3mm角の領域でのレジストパターンの分離解像度を調べた。この結果、凸部領域47a上と、凹部領域47b上とで0.6 μm のL/Sレジストパターンが比較実験と同様に解像出来ていることが分った。また、フォーカスオフセット範囲は、1.2 μm であり比較実験より大きくなることが分った。このようにこの発明のパターン形成方法は、フォーカスマージンを大きく出来るので、凹凸の在る下地上にレジストパターンを形成する際、非常に有効である。

(発明の効果)

上述した説明からも明らかなように、この出願の第一発明のレチクルによれば、レチクルの、下地の凹部領域に投影されるパターン部分から投影レンズまでの光路長と、該レチクルの、下地の凸部領域に投影されるパターン部分から投影レンズまでの光路長とに違いを生じさせることが出来る。このため、各パターン部分の投影像の正焦点

の位置をずらすことが出来るので、凹部領域及び凸部領域を有する下地のそれぞれの領域に、レチクルのパターンを正焦点に近い位置で結像させることが可能になる。従って、凹部及び凸部領域を有する下地に対しても、平坦な下地の場合とほぼ同様なフォーカスマージンが得られる。このため、今後ますます浅くなるであろう投影露光装置の焦点深度を補う有効な手段となる。

また、この出願の第二発明のパターン形成方法によれば、凹部領域及び凸部領域を有する下地のそれぞれの領域に、下地が平坦なものの場合と実質的に同様にレチクルのパターンを結像させてパターンニングが行なえる。このため、高集積化したLSIの製造等に利用出来る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、実験用レチクルの説明に供する断面図、

第2図は、正焦点位置の違いが生じる理由を示す図、

第3図(A)は、下地の説明に供する断面図、

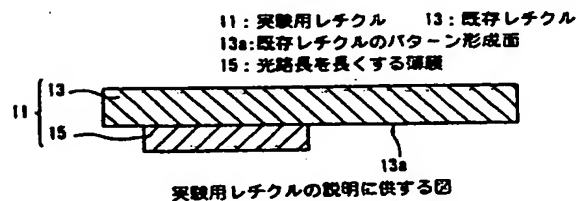
第3図(B)は、パターンニング実験用レチクルのパターンの説明に供する平面図、

第3図(C)は、パターンニング実験用レチクルの説明に供する断面図である。

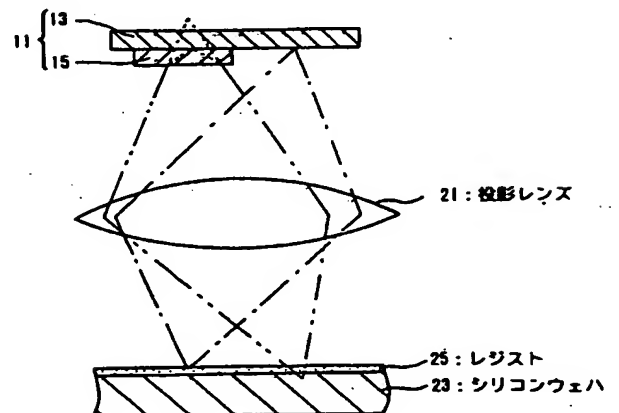
- 11—実験用レチクル、 13—既存レチクル
- 13a—既存レチクルのパターン形成面、
- 15—光路長を長くする薄膜（例えばレジスト膜）
- 21—投影レンズ、 23—シリコンウエハ
- 25—レジスト、 41—シリコン基板
- 43—BPSG膜のライン・アンド・スペースパターン
- 45— Al 膜、 47a—下地の凸部領域
- 47b—下地の凹部領域
- 51—パターンニング実験用レチクル
- 53—解像チャート。

特許出願人 沖電気工業株式会社

代理人 弁理士 大垣 孝

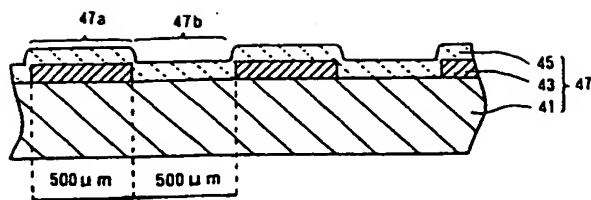


第1図



正焦点位置の違いが生じる理由を示す図

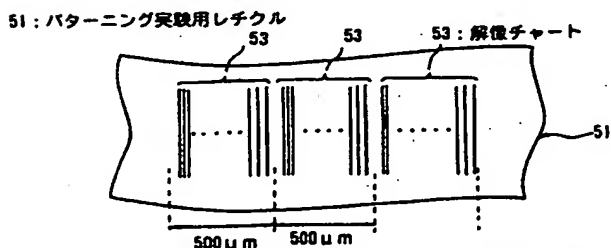
第2図



- 41: シリコン基板
 43: BPSG膜のラインアンド・スペースパターン
 45: Al膜
 47: 下地
 47a: 下地の凸部領域
 47b: 下地の凹部領域

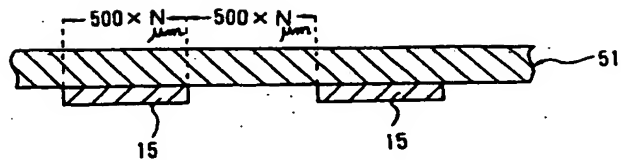
下地の説明に供する断面図

第3図(A)



51: バターニング実験用レチクル
 53: 解像チャート

第3図(B)



バターニング実験用レチクルの説明に供する断面図

第3図(C)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.